



REÇU 29 SEP. 2004

OMPI PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

RÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

1er dépôt

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*03



IB 540 @ W/ 210502

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES		
DATE	16 JUIN 2003	
LIEU	38 INPI GRENOBLE	
N° D'ENREGISTREMENT	0307221	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI	16 JUIN 2003	
Vos références pour ce dossier (facultatif) PA1767FR		

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Cabinet Hecké
World Trade Center - Europole
5, place Robert Schuman
BP 1537
38025 Grenoble Cedex 1

Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie
2 NATURE DE LA DEMANDE		
Cochez l'une des 4 cases suivantes.		
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N° Date N° Date
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/> N° Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Revêtement pour une pièce mécanique comprenant au moins du carbone amorphe hydrogéné et procédé de dépôt d'un tel revêtement.

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		Commissariat à l'Energie Atomique
Prénoms		
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	31-33 rue de la Fédération
	Code postal et ville	75752 Paris
	Pays	
Nationalité		française
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)
Adresse électronique (facultatif)		
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2**

BR

REMISE DES PIÈCES	
DATE	16 JUIN 2003
LEU	38 INPI GRENOBLE
N° D'ENREGISTREMENT	0307221
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

Réserve à l'INPI

PA1767FR

DB 540 W / 2105

6 MANDATAIRE																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Nom</td> <td>Hecké</td> <td>Jouvray</td> </tr> <tr> <td>Prénom</td> <td>Gérard</td> <td>Marie-Andrée</td> </tr> <tr> <td>Cabinet ou Société</td> <td colspan="2">Cabinet Hecké (S.A.)</td> </tr> <tr> <td>N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td colspan="2"> Rue World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman - BP 1537 38025 Grenoble Cedex France </td> </tr> <tr> <td>N ° de téléphone (facultatif)</td> <td colspan="2">04 76 84 95 45</td> </tr> <tr> <td>N ° de télécopie (facultatif)</td> <td colspan="2">04 76 84 95 48</td> </tr> <tr> <td>Adresse électronique (facultatif)</td> <td colspan="2">hecke@dial.oleane.com</td> </tr> <tr> <td>7 INVENTEUR(S)</td> <td colspan="2">Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</td> </tr> <tr> <td>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s) </td> </tr> <tr> <td>8 RAPPORT DE RECHERCHE</td> <td colspan="2">Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</td> </tr> <tr> <td>Établissement immédiat ou établissement différé</td> <td colspan="2"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</td> <td colspan="2">Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non </td> </tr> <tr> <td>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</td> <td colspan="2">Uniquement pour les personnes physiques</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG </td> </tr> <tr> <td>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences </td> </tr> <tr> <td>Le support électronique de données est joint</td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td>Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</td> <td>Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410</td> <td>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</td> </tr> </table>		Nom	Hecké	Jouvray	Prénom	Gérard	Marie-Andrée	Cabinet ou Société	Cabinet Hecké (S.A.)		N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			Adresse	Rue World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman - BP 1537 38025 Grenoble Cedex France		N ° de téléphone (facultatif)	04 76 84 95 45		N ° de télécopie (facultatif)	04 76 84 95 48		Adresse électronique (facultatif)	hecke@dial.oleane.com		7 INVENTEUR(S)	Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques		Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)		8 RAPPORT DE RECHERCHE	Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	Uniquement pour les personnes physiques		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG		10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences		Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>		La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>		Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
Nom	Hecké	Jouvray																																																												
Prénom	Gérard	Marie-Andrée																																																												
Cabinet ou Société	Cabinet Hecké (S.A.)																																																													
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel																																																														
Adresse	Rue World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman - BP 1537 38025 Grenoble Cedex France																																																													
N ° de téléphone (facultatif)	04 76 84 95 45																																																													
N ° de télécopie (facultatif)	04 76 84 95 48																																																													
Adresse électronique (facultatif)	hecke@dial.oleane.com																																																													
7 INVENTEUR(S)	Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques																																																													
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)																																																													
8 RAPPORT DE RECHERCHE	Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)																																																													
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																													
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt																																																													
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non																																																														
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	Uniquement pour les personnes physiques																																																													
<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG																																																														
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences																																																													
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>																																																													
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>																																																													
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes																																																														
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410	VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI																																																												

Revêtement pour une pièce mécanique comprenant au moins du carbone amorphe hydrogéné et procédé de dépôt d'un tel revêtement.

5 **Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un revêtement pour une pièce mécanique comprenant au moins une couche externe en carbone amorphe hydrogéné.

10

État de la technique

Pour améliorer la résistance à l'usure et aux frottements de pièces mécaniques, il est possible de les revêtir d'un film en carbone amorphe hydrogéné, également appelé DLC (« Diamond Like Carbon »). Le carbone amorphe hydrogéné présente, en effet, une très grande dureté, un module d'Young élevé et les coefficients de frottement et d'usure sont extrêmement bas. De plus, le film en carbone amorphe hydrogéné est très peu rugueux et très peu poreux et il a une énergie de surface basse.

20

Cependant, le film en carbone amorphe hydrogéné présente des contraintes intrinsèques très élevées, de l'ordre de plusieurs GPa. Ces contraintes élevées pouvant détériorer l'adhésion du film sur une pièce mécanique, notamment en acier, elles ne permettent pas de réaliser des dépôts de plus de 5 micromètres d'épaisseur. De plus, le carbone amorphe hydrogéné a une stabilité thermique relativement faible, ce qui empêche d'utiliser un revêtement en DLC pour des températures supérieures à 250°C. Le coefficient de friction du DLC augmente également en fonction du taux d'humidité dans l'atmosphère. À titre d'exemple, le coefficient de friction d'un film de carbone amorphe hydrogéné déposé sur de

l'acier augmente graduellement de 0,05 dans une atmosphère sèche jusqu'à 0,3 dans une atmosphère à 100% d'humidité.

Certains ont tenté d'améliorer les propriétés du DLC en le dopant avec des éléments métalliques ou non métalliques. Ainsi, l'ajout de 10 à 20% atomique de silicium dans du carbone amorphe hydrogéné permet de diminuer les contraintes internes jusqu'à une valeur proche de 1GPa, sans toutefois augmenter significativement le coefficient de frottement. De plus, l'ajout de silicium augmente la stabilité thermique du film de DLC tout en diminuant la dépendance du coefficient de friction par rapport au taux d'humidité. De même, l'ajout d'un dopant métallique comme le tantalum, le tungstène, le titane, le niobium ou le zirconium permet de diminuer les contraintes intrinsèques et la dépendance du coefficient de friction par rapport au taux d'humidité. L'ajout de silicium, de bore, de fluor, d'oxygène ou d'azote permet également d'influencer l'énergie de surface.

Il est également possible de palier les défauts du carbone amorphe hydrogéné non dopé, en réalisant un dépôt d'un matériau composite constitué de carbone amorphe hydrogéné et d'oxyde de silicium amorphe. Le matériau composite a des contraintes intrinsèques réduites par rapport au carbone amorphe hydrogéné seul, ce qui permet d'obtenir une meilleure adhésion du film sur de nombreux matériaux constituant la pièce à protéger. De plus, la stabilité thermique est améliorée et le coefficient de friction est réduit. Cependant, la dureté du matériau composite est inférieure à celle du carbone amorphe hydrogéné seul.

Ce type de revêtement n'est cependant pas facile à mettre en œuvre, notamment pour des pièces mécaniques ayant une forme complexe. Les contraintes intrinsèques du carbone amorphe hydrogéné étant élevées, des

revêtements d'une épaisseur supérieure à 5 micromètres ne sont pas réalisables, ce qui peut limiter les performances des revêtements. De plus, la réalisation d'un dépôt en carbone amorphe hydrogéné, dopé ou non dopé ou d'un dépôt constitué par un matériau composite comportant du carbone amorphe hydrogéné, ne peut pas être réalisée à basse température. La mise en œuvre d'un tel dépôt peut également être longue et coûteuse, et ce, pour obtenir des propriétés d'anti-usure, d'anti-frottement et de stabilité thermique, qui peuvent être peu satisfaisantes dans certains types d'application.

10

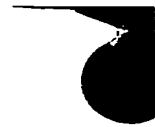
Objet de l'invention

L'invention a pour but de réaliser un revêtement apte à adhérer parfaitement sur une pièce mécanique pouvant avoir tout type de forme, capable d'être stable thermiquement à des températures élevées, de préférence supérieures à 15 250°C, et ayant, notamment, des propriétés anti-usure et anti-frottement élevées.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le revêtement est constitué par 20 une première couche en carbure de silicium amorphe hydrogéné destinée à être en contact avec la pièce mécanique, un empilement constitué par une alternance de couches respectivement en carbone amorphe hydrogéné et en carbure de silicium amorphe hydrogéné étant disposé entre la première couche et la couche externe.

25

Selon un développement de l'invention, l'épaisseur totale du revêtement est comprise entre 10 et 20 micromètres.



Selon un mode de réalisation préférentiel, l'épaisseur de la première couche est comprise entre 150 et 300 nanomètres.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'épaisseur de la couche externe est comprise entre 0,5 et 2 micromètres.

L'invention a également pour but un procédé de dépôt d'un revêtement pour une pièce mécanique, facile à mettre en œuvre, peu coûteux et pouvant être réalisé à basse température.

10

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le procédé consiste à déposer, successivement, dans une même enceinte de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma :

15 - une première couche en carbure de silicium amorphe hydrogéné,
- une alternance de couches respectivement en carbone amorphe hydrogéné et en carbure de silicium amorphe hydrogéné,
- et une couche externe en carbone amorphe hydrogéné.

20

Description sommaire des dessins

25

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représenté à la figure unique annexée.

La figure unique est une représentation schématique, en coupe, d'un revêtement pour une pièce mécanique selon l'invention.

Description de modes particuliers de réalisation.

Comme représenté à la figure unique, un revêtement 1, ayant, de préférence, une épaisseur totale comprise entre 10 et 20 micromètres, est déposé sur une 5 pièce mécanique 2 de manière à protéger la surface de la pièce 2 contre l'usure et contre les frottements. Le revêtement 1 comporte une première couche 3 en carbure de silicium amorphe hydrogéné (SiC :H), un empilement de couches 4 et une couche externe 5 en carbone amorphe hydrogéné (DLC). La première couche 3 est disposée sur la surface de la pièce mécanique 2 et a, de 10 préférence, une épaisseur comprise entre 150 et 300 nanomètres tandis que la couche externe 5 en carbone amorphe hydrogéné a une épaisseur comprise entre 0,5 et 2 micromètres.

L'empilement 4 est constitué par une alternance de deux couches 4a et 4b, 15 respectivement en carbone amorphe hydrogéné (DLC) et en carbure de silicium amorphe hydrogéné (SiC :H). Dans l'empilement 4, chaque couche 4a en carbone amorphe hydrogéné a, de préférence, une épaisseur comprise entre 10 et 150 nanomètres tandis que chaque couche 4b en carbure de silicium amorphe hydrogéné a, de préférence, une épaisseur comprise entre 5 et 50 20 nanomètres. L'empilement comporte, ainsi, un très grand nombre de couches, qui est, de préférence, compris entre 400 et 1000.

Un tel revêtement permet, grâce à son épaisseur et sa structure, d'obtenir des performances mécaniques très élevées et notamment des résistances à l'usure 25 et aux frottements très importantes par rapport à un revêtement ne comportant qu'une seule couche en carbone amorphe hydrogéné. De plus, le carbure de silicium amorphe hydrogéné est connu comme isolant thermique. Ainsi, les couches 4b et 2, en carbure de silicium amorphe hydrogéné, permettent de protéger thermiquement les couches adjacentes 4a et 5, en carbone amorphe



hydrogéné, qui sont peu stables thermiquement pour des températures supérieures à 250°C.

Un tel revêtement peut donc être déposé sur une pièce mécanique destinée à être soumise à des températures supérieures à 250°C, comme les pistons de moteur par exemple et notamment ceux utilisés en Formule 1. Le carbure de silicium amorphe permet également d'améliorer l'adhésion du revêtement sur la pièce mécanique et les couches constituant le revêtement sont particulièrement denses, homogènes et adhérentes entre elles.

10

Un tel revêtement présente également l'avantage d'être facilement et rapidement mis en œuvre. Ainsi, pour réaliser le dépôt d'un tel revêtement sur une pièce mécanique, les couches sont, de préférence, déposées successivement par un même procédé de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition » ou « PECVD »), dans une même enceinte et de préférence à basse fréquence. Ceci permet notamment de réaliser des dépôts sur des pièces mécaniques ayant des dimensions importantes et/ou de géométrie complexe.

20

Ainsi, dans un mode particulier de réalisation, la pièce mécanique dont la surface est destinée à être protégée, est, préalablement, nettoyée et disposée dans une enceinte de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma. La surface de la pièce mécanique subit ensuite un décapage ionique, consistant à ioniser un gaz inerte tel que l'argon pour former des ions positifs destinés à être bombardés à la surface de la pièce pour la décaper. La première couche en carbure de silicium amorphe hydrogéné est déposée, sous vide, par un dépôt PECVD, ainsi que les couches formant l'empilement et la couche externe en carbone amorphe hydrogéné. Ainsi, le vide limite atteint avant le dépôt de la première couche est de l'ordre de 10^{-3} mbars et la pression dans l'enceinte

pendant le dépôt des couches est comprise entre 0,05mbars et 0,5mbars. Le dépôt PECVD successif des différentes couches est, de préférence, commandé et contrôlé pour tout type de moyens informatiques connus, de sorte que l'épaisseur de chaque couche puisse être contrôlée.

5

Le fait de réaliser successivement le dépôt des différentes couches du revêtement dans une même enceinte PECVD permet de réaliser le revêtement par un même procédé de dépôt et à basse température. Ceci permet de maîtriser la qualité des interfaces entre deux couches adjacentes et de réaliser des dépôts de couches ayant une épaisseur très faible. De plus, cela permet de réaliser une alternance parfaite de couches en carbone amorphe hydrogéné et en carbure de silicium amorphe hydrogéné.

10

À titre d'exemple, des premier et second revêtements A et B ont été réalisés par un tel procédé de dépôt.

15

Ainsi, un premier revêtement A comporte une première couche 3 en SiC :H d'une épaisseur de 225nm, un empilement 4 comportant une alternance de 240 couches en DLC et de 240 couches en SiC :H et une couche externe 5 en DLC d'une épaisseur de 1 micromètre. Dans l'empilement 4, chacune des couches en DLC de l'empilement a une épaisseur de 150 nm, tandis que chacune des couches en SiC :H a une épaisseur de 50nm.

20

Un second revêtement B comporte une première couche 3 en SiC :H d'une épaisseur de 195nm, l'empilement 4 comporte une alternance de 490 couches en DLC et de 490 couches en SiC :H et la couche externe 5 en DLC a une épaisseur de 1 micromètre. Dans l'empilement 4, chacune des couches en DLC de l'empilement a une épaisseur de 15 nm, tandis que chacune des couches en SiC :H a une épaisseur de 5nm.

Les résultats d'essais mécaniques réalisés sur les premier et second revêtements A et B, ainsi que sur un revêtement C_{ref} comportant uniquement une couche en carbone amorphe hydrogéné de 2 micromètres d'épaisseur sont résumés dans le tableau ci-dessous :

5

Revêtement	Tests tribologiques		Tests de Nanoindentation	
	Atmosphère sèche	Atmosphère humide	Microdureté H (MPa)	E (GPa)
	$V_u = \text{volume d'usure en } \text{mm}^3 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$	$\mu = \text{coefficient de friction}$		
A	$\mu=0,053$ $V_u=2 \cdot 10^{-6}$	$\mu=0,094$ $V_u=7 \cdot 10^{-7}$	20000	180
B	$\mu=0,038$ $V_u=8 \cdot 10^{-6}$	$\mu=0,088$ $V_u=5 \cdot 10^{-7}$	18000	140
C_{ref}	$\mu=0,063$ $V_u=4 \cdot 10^{-8}$	$\mu=0,122$ $V_u=2 \cdot 10^{-5}$	21000	190

Le volume d'usure V_u est mesuré par profilométrie.

On observe que la microdureté des revêtements A et B est légèrement plus faible que celle du revêtement C_{ref} en DLC mais les revêtements A et B présentent un bon compromis entre une bonne microdureté et un faible coefficient de friction sous atmosphère sèche et sous atmosphère humide, contrairement au revêtement C_{ref} qui présente un coefficient de friction variant fortement en fonction du taux d'humidité.

10
15

Jusqu'à présent, l'application industrielle du carbone amorphe hydrogéné en tant que revêtement était limitée par le trop grand compromis devant être fait entre le coefficient de friction et la microdureté. Le revêtement selon l'invention permet donc de palier à cet inconvénient en garantissant à la fois un faible coefficient de friction et une bonne microdureté. De plus, le comportement des revêtements A et B, sous atmosphère humide est meilleur que celui du revêtement C_{ref.}

5

Revendications

1. Revêtement pour une pièce mécanique comprenant au moins une couche externe (5) en carbone amorphe hydrogéné, caractérisé en ce que le revêtement (1) est constitué par une première couche (3) en carbure de silicium amorphe hydrogéné destinée à être en contact avec la pièce mécanique (2), un empilement (4) constitué par une alternance de couches (4a, 4b) respectivement en carbone amorphe hydrogéné et en carbure de silicium amorphe hydrogéné étant disposé entre la première couche (3) et la couche externe (5).
5
10
2. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur totale du revêtement (1) est comprise entre 10 et 20 micromètres.
15
3. Revêtement selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'épaisseur de la première couche (3) est comprise entre 150 et 300 nanomètres.
- 20 4. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche externe (5) est comprise entre 0,5 et 2 micromètres.
- 25 5. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'épaisseur de chacune des couches (4b) en carbure de silicium amorphe hydrogéné de l'empilement (4) est comprise entre 5 et 50 nanomètres.

6. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'épaisseur de chacune des couches (4a) en carbone amorphe hydrogéné de l'empilement (4) est comprise entre 10 et 150 nanomètres.

5 7. Revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le nombre de couches (4a, 4b) dans l'empilement (4) est compris entre 400 et 1000.

10 8. Procédé de dépôt d'un revêtement pour une pièce mécanique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer, successivement, dans une même enceinte de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma :

15 - une première couche (3) en carbure de silicium amorphe hydrogéné,
- une alternance de couches (4a, 4b) respectivement en carbone amorphe hydrogéné et en carbure de silicium amorphe hydrogéné,
- et une couche externe (5) en carbone amorphe hydrogéné.

20 9. Procédé de dépôt selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pression dans l'enceinte, lors du dépôt des couches, est comprise entre 0,05mBar et 0,5mBar.

10. Procédé de dépôt selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que la pièce mécanique (2) est préalablement nettoyée et subit un décapage ionique.

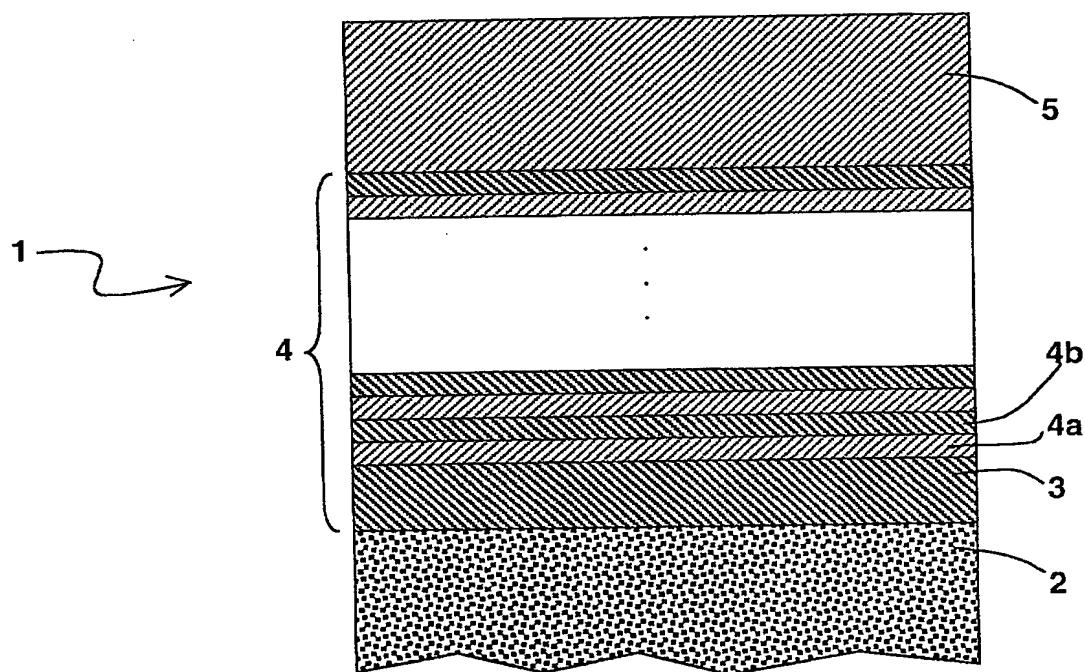


Figure unique

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI

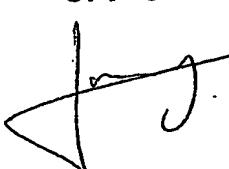
DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

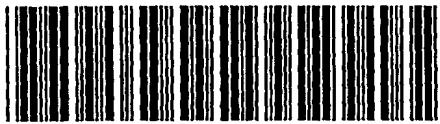


DB 113 G W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)	PA1767FR
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0307221
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)	
Revêtement pour une pièce mécanique comprenant au moins du carbone amorphe hydrogéné et procédé de dépôt d'un tel revêtement.	
LE(S) DEMANDEUR(S) :	
Commissariat à l'Energie Atomique	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :	
1 Nom Plissonnier Prénoms Marc Adresse Rue 2, Impasse des Camélias Code postal et ville 38320 Eybens	
Société d'appartenance (facultatif)	
2 Nom Gaillard Prénoms Frédéric Adresse Rue Rue des Tallifardières Code postal et ville 38500 Voiron	
Société d'appartenance (facultatif)	
3 Nom Thollon Prénoms Stéphanie Adresse Rue Les Michallons Code postal et ville 38250 Saint Nizier du Moucherotte	
Société d'appartenance (facultatif)	
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.	
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
Gérard Hecké CPI 95-1201	
Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410	
	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT/FR2004/001486



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.